

# 学习困难儿童的事件性前瞻记忆： 多项式加工树状模型的应用

张红霞<sup>1</sup>, 陈小莹<sup>1</sup>, 王栋<sup>1</sup>, 马靓<sup>1</sup>, 周仁来<sup>2,1</sup>

(1.北京师范大学心理学院, 北京 100875; 2.南京大学社会学院心理学系, 南京 210023)

**【摘要】 目的:**探讨学习困难儿童的事件性前瞻记忆(EBPM)内部认知加工过程与正常儿童的差异。**方法:**采用颜色匹配任务对筛选出的 21 名学习困难儿童和 23 名正常儿童进行 EBPM 测试, 比较两组儿童的 EBPM 是否有差异; 使用多项式加工树状(MPT)模型对两组儿童 EBPM 的内部成分进行建模分析。**结果:**学习困难儿童的 EBPM 显著低于正常儿童( $P<0.05$ ); MPT 模型的结果显示, 学习困难儿童的前瞻成分成绩显著低于正常儿童( $P<0.05$ ), 二者的回溯成分无显著差异。**结论:**学习困难儿童的 EBPM 缺陷是由其内部的前瞻成分损伤引起的, 即由于注意资源匮乏或无法将注意资源准确分配到目标事件上, 导致其 EBPM 受损。

**【关键词】** 学习困难儿童; 事件性前瞻记忆; 多项式加工树状模型; 前瞻成分; 回溯成分

中图分类号: R395.1

DOI: 10.16128/j.cnki.1005-3611.2016.05.007

## Event-Based Prospective Memory in Learning Disability: A Multinomial Modeling Approach

ZHANG Hong-xia<sup>1</sup>, CHEN Xiao-ying<sup>1</sup>, WANG Dong<sup>1</sup>, MA Liang<sup>1</sup>, ZHOU Ren-lai<sup>2,1</sup>

<sup>1</sup>School of Psychology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;

<sup>2</sup>Department of Psychology, School of Social and Behavior Sciences, Nanjing University, Nanjing 210023, China

**【Abstract】 Objective:** To explore the difference of the cognitive processes underlying event-based prospective memory (EBPM) between learning disabled children and normal children. **Methods:** The color-matched task was used to investigate the performance of EBPM between 23 normal children and 21 learning disabled children. And multinomial processing tree model(MPT) was utilized to disentangle the prospective and retrospective components. **Results:** The EBPM performance of learning disabled children was worse than normal children( $P<0.05$ ). The result of MPT model indicated that prospective component in children with learn disable group were lower than normal group( $P<0.05$ ), while no significant difference was observed in retrospective component. **Conclusion:** Prospective component deficits, reflecting impaired attention resource or disability of allocation of attention resource, may be the source to result in impairment of EBPM ability in children with learning disability.

**【Key words】** Learning disability; Event-based prospective memory; Multinomial processing tree model; Prospective component; Retrospective component

前瞻记忆(prospective memory, PM),指对尚未发生的事件或活动的记忆<sup>[1]</sup>。PM包括两个成分,前瞻成分和回溯成分。前瞻成分对应延迟意图的保持(即注意状态的保持);回溯成分对应延迟意图的回忆和提取,指记得具体该执行某事,或是在什么时候执行某事<sup>[2]</sup>。例如,当你经过公司附近的书店时,记得买书。在这个PM的过程中,前瞻成分指的是记得有某事要做,而回溯成分是指能回忆出是买书,且是在路过公司附近书店的时候。根据目标线索的类型,可将PM分为基于事件的PM(event-based prospective memory, EBPM)和基于时间的PM(time-based prospective memory, TBPM)<sup>[3]</sup>。前者的目标线索是某个事件或事物,后者的目标线索是时间。

研究表明,PM对社会功能有很好的预测作用<sup>[4]</sup>。<sup>5)</sup>。大量关于社会功能缺陷患者的研究发现,社会功

能缺陷伴随着PM表现的降低,尤其是EBPM<sup>[6,7]</sup>。学习能力是一项非常重要的社会功能,当个体在获得学习能力上存在缺陷但其智力和情绪正常时,被医学和心理学家公认为是一种脑功能障碍——学习困难(Learning Disorders, LD)或学习障碍,其认知加工方式可能与正常人不同<sup>[8,9]</sup>。目前研究者已经证实学习困难儿童的EBPM表现差于正常儿童<sup>[10,11]</sup>。但这种落后是由于学习困难儿童未能将注意力分配在前瞻记忆任务上的前瞻成分缺陷,还是其不能记住确切的前瞻记忆任务的回溯成分缺陷,还是二者皆有?目前,研究者还没有给出确切的答案。

Cohen等人(2001)第一次将PM的内部成分进行量化,但是该量化方法存在一些不足<sup>[12,13]</sup>。在此基础上,研究者提出了用多项式加工树状模型(Multinomial Processing Tree, MPT)来研究PM的内部成

分。MPT模型的结构可直接拟合隐形认知过程,在模型中能够将不同认知过程对反应的影响区分开,且能够得到具体的参数估计值来直接反映不同认知过程,这是目前其他分析方法所不具备的<sup>[2, 12, 14]</sup>。Smith & Bayen (2004)第一次提出了用于测量EBPM内部成分的MPT模型,后经不同研究者对该模型的效度检验<sup>[15-17]</sup>和数据分析软件的开发<sup>[18]</sup>,目前该模型已被陆续用于不同人群(如:脑损伤患者、轻度认知功能障碍等)的EBPM的内部成分进行探究<sup>[19, 20]</sup>。

本研究使用基于双任务范式中的颜色匹配任务对学习困难儿童进行测试,应用MPT模型对其EBPM内部成分进行建模分析,旨在验证学困儿童的EBPM能力是否差于正常儿童,如有差异,该差异来自EBPM的哪一个成分。

## 1 方 法

### 1.1 被试

从北京市某中学的初一年级(其中有一个班级的学生是来自其他各个学校的有不同学习问题的学生)86人中筛选出21名学习困难儿童(男生13人;女生8人)和23名正常儿童(男生14人;女生9人)。学习困难儿童的筛选采用能力-差异比较法、排除法和筛选法相结合的方法<sup>[21]</sup>。

### 1.2 实验任务

进行中任务:本任务名为颜色匹配任务,首先在电脑中出现一个界面,里面会有4张不同颜色的实心方块,紧接着呈现一个有颜色的词,要求被试判断这个词的颜色与先前界面呈现的图片中的四种颜色中的一种是否相同。如果有相同,请按键盘上的A键,如果没有相同,按键盘上的L键。前瞻任务:当出现前瞻线索词时,无论该词与图片中的四种颜色中的一种是否相同,请按空格键。填充任务:屏幕上会快速的连续呈现一些词,要求被试将同一个词连续出现的次数记录在答题纸上。

### 1.3 实验材料和仪器

进行中任务材料为20张黑底图片和92个中频词(词频:65~95)。每张图片中有四块大小相同但颜色不同(红、绿、蓝、黄、白中任意四种)的方块,用拉丁方的方法平衡顺序;词语使用红、绿、蓝、黄、白中任意一种颜色在黑色背景下呈现,随机选用其中两个词(乌龟、青蛙)作为前瞻线索词。填充任务材料为90个低频词(词频:0.0~0.1),均用白底黑字呈现。本研究采用屏幕分辨率为1440×900的电脑呈现刺激,用E-prime2.0编写实验程序。

## 1.4 实验程序

首先给被试呈现进行中任务指导语,随后指导被试进行练习,直到被试理解任务操作。接着呈现填充任务的指导语,进行3分钟的填充任务。随后开始正式的嵌有前瞻任务的进行中任务(不呈现指导语)。图片呈现时间为500ms,图片呈现后有250ms空屏时间。其中词的颜色和图片的颜色匹配与否的概率均等。前瞻线索词在颜色匹配和颜色不匹配时各出现一次,出现的位置分别在第15、30、45、60次刺激中;呈现非线索词时,顺序随机。若被试在词出现10秒后不做反应,则该词跳过,作没有反应处理。

## 2 结 果

排除三个标准差之外的数据,采用SPSS19.0和multitree软件对所得数据进行统计处理。

### 2.1 前瞻记忆成绩

学习困难组儿童和正常组儿童的前瞻任务正确率、进行中任务正确率以及反应时(表1)。

对两组的前瞻任务、进行中任务正确率以及反应时分别进行独立样本 $t$ 检验。结果显示:学习困难组儿童的前瞻任务正确率显著低于正常组儿童, $t(1, 42)=3.32, P=0.002, \eta_p^2=0.208, sP=0.990$ ;二组儿童在进行中任务正确率之间( $t(1, 42)=1.43, P=0.161$ )、反应时之间( $t(1, 42)=1.19, P=0.239$ )无显著差异。

表1 学习困难和正常儿童的前瞻任务正确率(%)、进行中任务正确率(%)以及反应时(ms)

	组别	N	M	SD
前瞻任务正确率	学困组	21	49	0.33
	正常组	23	80	0.30
进行中任务正确率	学困组	21	78	0.11
	正常组	23	72	0.16
反应时	学困组	21	1027.90	189.90
	正常组	23	936.04	302.20

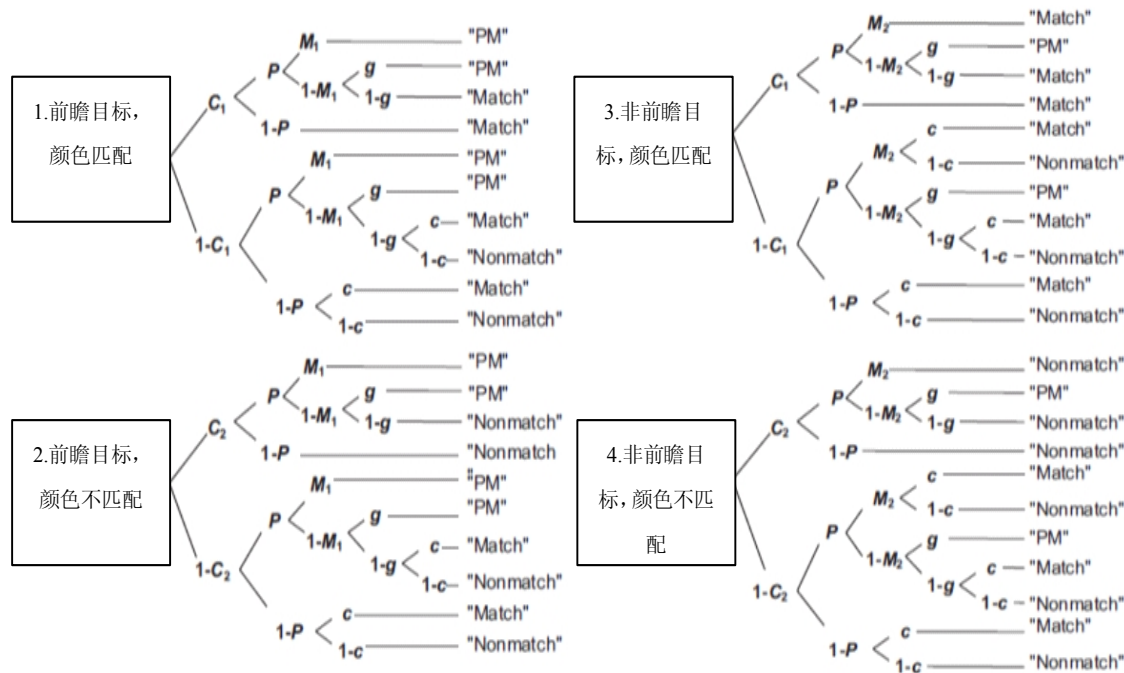
### 2.2 MPT模型分析

颜色匹配任务中,有四种类型的词:前瞻目标且颜色匹配、前瞻目标但颜色不匹配、非前瞻目标但颜色匹配、非前瞻目标且颜色不匹配。每个词出现时,被试都可能三种反应:匹配(Match)、不匹配(Non-match)、前瞻目标词(PM)(附图)。分支1是前瞻目标且颜色匹配的词。 $C_i$ 代表能够识别出颜色匹配的概率,被试没有识别出颜色匹配的概率( $1-C_i$ ); $P$ 代表被试从事预备注意加工过程的概率,当被试没有该过程的时候,概率为( $1-P$ ),被试直接做出颜色匹

配与否的回答; $M_1$ 代表能够识别出是前瞻目标词的概率;当这个词没有被识别出是前瞻目标时,则为 $(1-M_1)$ ,被试可以选择猜测( $g$ )这个词为PM目标词,猜测错误的概率为 $(1-g)$ ;如果被试既没有能识别出颜色匹配与否,又没有预备注意加工过程,则只

能通过猜测颜色匹配 $c$ 或者不匹配 $(1-c)$ 来作出反应。同理解释分支2、3、4。

本研究使用multitree软件<sup>[18,22]</sup>对所得的3种按键频数进行最大似然估计(表2),进而得到所需的MPT模型的数据,包括模型拟合度和参数估计值。



注: $C_1$ =识别出颜色匹配的概率; $C_2$ =识别出颜色不匹配的概率; $P$ =预备注意加工过程; $M_1$ =识别出前瞻目标的概率; $M_2$ =识别出不是前瞻目标的概率; $g$ =猜测是目标词的概率; $c$ =猜测颜色匹配的概率。

附图 事件性前瞻记忆的MPT模型

表2 学困组和正常组儿童在颜色匹配任务上各个反应的频数

刺激类型	反应类型		
	A 键	L 键	空格键
正常组儿童			
PM 目标,颜色匹配	12	6	28
PM 目标,颜色不匹配	1	8	37
非PM 目标,颜色匹配	543	143	4
非PM 目标,颜色不匹配	134	552	2
学习困难组儿童			
PM 目标,颜色匹配	11	5	26
PM 目标,颜色不匹配	4	13	25
非PM 目标,颜色匹配	461	167	1
非PM 目标,颜色不匹配	104	523	3

2.2.1 模型拟合度检验 MPT模型使用之前需要对观测数据是否在该模型进行计算的置信区间内进行判断,即模型拟合度检验( $G^2$ )。若 $G^2$ 小于临界值则判断实际观察到的数据符合MPT模型,则可使用该模型进行接下来的计算。统计结果显示:正常组的模型拟合度 $G^2(4)=6.91$ ,学困组的模型

拟合度 $G^2(4)=1.79$ 。该结果均小于同一自由度下拟合临界值(9.49,注: $G^2$ 符合卡方分布),即两组儿童数据的模型拟合度良好。

表3 学习困难组儿童和正常组儿童PM各成分的差异

参数	学困组	正常组	$\Delta G^2$
P	0.64	0.75	4.23*
M	0.95	0.94	0.11
$C_1$	0.47	0.58	11.20***
$C_2$	0.66	0.61	3.01

注: $\Delta G^2$ 为指定学习困难组或正常组为标准模型,然后将另一组的参数估计值与标准模型进行模型拟合度检验,此时 $df=1$ 。 $G^2(1)$ 的临界值为3.84。

2.2.2 参数估计 本研究中主要关注EBPM的前瞻成分的参数估计值P(预备注意加工过程的概率)、回溯成分的参数估计值M(能够判断出是PM线索词的概率)、进行中任务参数 $C_1$ (能够判断出是颜色匹配的概率)、 $C_2$ (能够判断出颜色非匹配的概率)。由表3可以看出:学习困难组的P、 $C_1$ 参数估计值显著低于正常组,M、 $C_2$ 参数估计值与正常组无显著差异。



### 3 讨 论

#### 3.1 学习困难儿童与正常儿童EBPM能力的差异

数据分析结果表明,学习困难儿童的EBPM成绩显著低于正常组学生,验证了董云英等人<sup>[10]</sup>、纪莉莉<sup>[11]</sup>的研究,与后者不同的是,本研究中两组儿童的进行中任务成绩、反应时没有显著差异。原因可能在于:一方面,纪莉莉等人的研究任务除了EBPM外还有认知任务,且所用的数据采集仪器是脑电设备,需要在任务中增加更多的刺激,这可能会使儿童们的负担加重,尤其对认知加工有缺陷的学习困难儿童;另一方面,本研究采用的颜色匹配任务,相对于纪莉莉等人的研究任务比较简单,被试只需要记住前瞻线索字的字义,其认知负担普遍比较轻。

#### 3.2 学习困难儿童EBPM损害的内部认知机制

MPT模型结果显示,学习困难儿童的前瞻成分成绩显著低于正常儿童,而回溯成分成绩与正常儿童无显著差异,表明学习困难儿童主要是因为其EBPM中前瞻成分的显著下降,从而导致了EBPM成绩的下降。

基于MPT模型背后的理论——预备注意加工和记忆加工理论(preparatory attentional processes and memory processes theory, PAM),注意资源必须持续地投入于监测PM目标,没有预备注意加工过程,PM不可能成功实现。被试在每个试次开始之前不知道会不会有PM目标,所以不管PM目标出现与否,都有预备注意加工过程,都需要消耗注意资源。有关学习困难儿童注意力的研究表明,学习困难儿童存在注意障碍<sup>[23-25]</sup>,他们很难有足够的注意资源完成预备注意加工过程,从而表现出前瞻成分的降低。由于注意资源的有限而造成前瞻成分的损伤,进而造成PM成绩下降的研究结果得到很多其他研究的支持,Smith和Bayen(2006)使用MPT模型来探究EBPM中的年龄差异,实验选取了17~27岁的年轻人和63~90岁的老年人作被试。结果表明,年轻人和老年人之间的PM确实有差异。进一步分析发现,差异主要来源于预备注意加工过程(前瞻成分)<sup>[19]</sup>。Pavawalla和Schmitter-Edgecombe(2012)使用了MPT模型,分开来考察中重度外伤性脑损伤(TBI)患者的EBPM与正常人的差异及其内部活动机制。结果表明TBI的PM成绩显著低于与正常人,其前瞻成分和回溯成分都有降低,尤其是前瞻成分<sup>[20]</sup>。其他关于存在注意障碍的群体的EBPM研究中也得到了与本研究一致的实验结果<sup>[12,14,26]</sup>。

学习困难儿童的回溯成分与正常儿童没有显著

差异,即学习困难儿童在能够注意到前瞻目标词的前提下,其判断当前词为前瞻目标并作出相应反应的能力与正常儿童并无差异。研究表明学习困难儿童的记忆操作和策略使用随着年龄的增长而不断发展<sup>[27]</sup>。在该研究中,对于初一年级的学困儿童来说,识记前瞻目标属于简单任务。本研究结果与周楚等人(2004)的研究结果相同,其对儿童的再认能力研究发现,虽然学习材料、被试年龄对再认能力都有显著影响,但是学习困难儿童与正常儿童的再认能力没有显著差异<sup>[28]</sup>。

根据传统的分析结果,在进行中任务成绩上,学习困难儿童的进行中任务表现与正常儿童没有显著差异,但是利用MPT模型对进行中任务表现的进一步深入分析发现,学习困难儿童识别颜色匹配的能力显著低于正常儿童,正常儿童识别颜色正确与否的概率没有显著差异。可能是学习困难儿童的自我效能感比较低<sup>[28]</sup>,对自己的记忆内容不确定,进而倾向于作否定的答案;另一方面,本研究中采用的颜色匹配任务中,每次给被试呈现的是五张图片中的四张,经过对一些被试的访谈,因图片出现速度过快,他们采用的策略是记住没有出现的颜色来判断已出现的四种颜色,当词出现时,被试先和未出现的图片进行匹配,再做出是或否的判断,在这期间,被试需要进行一次转换。因此另一种可能的解释在于学习困难儿童在转换期间出现问题。目前对于这两种假设还没有确切的证据,有待于以后研究中,进一步探讨。

#### 参 考 文 献

- 1 Einstein GO, McDaniel MA. Normal aging and prospective memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1990, 16: 717-726
- 2 Smith RE, Bayen UJ. A multinomial model of event-based prospective memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 2004, 30: 756-777
- 3 Einstein GO, McDaniel MA. Retrieval processes in prospective memory: Theoretical approaches and some new empirical findings. *Prospective Memory: Theory and Applications*, 1996. 115-141
- 4 张勇,邹义壮,陈楠,谢梦杰. 老年精神分裂症患者回溯性记忆和前瞻性记忆与社会功能的联系. *中国康复理论与实践*, 2014, 20: 1158-1161
- 5 Twamley EW, Woods SP, Zurhellen CH, et al. Neuropsychological substrates and everyday functioning implications of prospective memory impairment in schizophrenia. *Schizophrenia Res*, 2008, 106: 42-49
- 6 Smith RE. The cost of remembering to remember in event-

- based prospective memory: Investigating the capacity demands of delayed intention performance. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 2003, 29: 347-361
- 7 Henry JD, Rendell PG, Kliegel M, et al. Prospective memory inschizophrenia: primary or secondary impairment? *SchizophrRes*, 2007, 95: 179-185
  - 8 辛自强, 俞国良. 学习不良的界定与操作化定义. *心理学动态*, 1999, 7: 52-57
  - 9 Hallahan DP, Cecil DM. Learning disabilities: historical perspectives. In *Identification of learning disabilities: research to practice*, R Bradley, L Danielson D, 'Ed.' ; L Erlbaum Publishers: Mahwah NJ, 2002
  - 10 董云英, 周仁来, 郭秀艳. 学业不良儿童前瞻记忆的实验研究. *中国特殊教育*, 2008, 97(7): 68-74
  - 11 纪莉莉. 学困儿童前瞻记忆的ERP研究. 硕士论文. 河南大学, 2012
  - 12 Cohen A-L, West R, Craik FIM. Modulation of the prospective and retrospective components of memory for intentions in younger and older adults. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 2001, 8: 1-13
  - 13 唐卫海, 张红霞, 白学军, 刘希平. MPT 模型在事件性前瞻记忆研究中的应用. *心理科学*, 2015, 5: 1218-1222
  - 14 Cohen A-L, Dixon RA, Lindsay DS, Masson MEJ. The effect of perceptual distinctiveness on the prospective and retrospective components of prospective memory for young and older adults. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 2003, 57: 274-289
  - 15 Horn SS, Bayen UJ, Smith RE, Boywitt CD. The multinomial model of prospectivememory: Validity of ongoing-task parameters. *Experimental Psychology*, 2010, 58: 247-255
  - 16 Smith RE. What costs do reveal and moving beyond cost: Reply to Einstein and McDaniel, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 2010, 36: 1089-1095
  - 17 Schnitzspahn KM, Horn SS. Age Effects in Emotional Prospective Memory: Cue Valence Differentially Affects the Prospective and Retrospective Component. *Psychology and Aging*, 2012, 27: 498-509
  - 18 Moshagen M. MultiTree: A computer program for the analysis of multinomial processing tree models. *Behavior Research Methods*, 2010, 42: 42-54
  - 19 Smith RE, Bayen UJ. The source of adult age differences in event-based prospective memory: A multinomial modeling approach. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 2006, 32: 623-635
  - 20 Pavawalla S, Schmitter-Edgecombe M. Prospective Memory After Moderate-to-Severe Traumatic Brain Injury: A Multinomial Modeling Approach. *Neuropsychology*, 2012, 26: 91-101
  - 21 王恩国, 赵国祥, 刘昌, 吕勇, 沈德立. 不同类型学习困难青少年存在不同类型的工作记忆缺陷. *科学通报*, 2007, 14(1): 1673-1679
  - 22 Stahl C, Klauer KC. HMMTree: A computer program for hierarchical multinomial processing tree models. *Behavior Research Methods*, 2007, 39: 267-273
  - 23 张明, 隋洁. 分散注意条件下学优生与学困生视空间工作记忆的比较研究. *应用心理学*, 2003, 1: 29-34
  - 24 刘美娜, 庄思齐, 陈慧卿, 张红宇, 刘王凯. 儿童学习困难影响因素探讨. *中国误诊学杂志*, 2008, 8(32): 7841-7842
  - 25 陈聪水, 朱琼, 李晓宏, 沈瑛, 许积德. 学习困难儿童的智力因素和注意力缺陷. *海峡预防医学杂志*, 2008, 14(3): 30-31
  - 26 陈思佚, 周仁来. 前瞻记忆的年老化效应: 前瞻成分和回溯成分的调节作用. *心理学报*, 2010, 6: 640-650
  - 27 张雅明, 余国良. 学习不良儿童元记忆监测与控制的发展. *心理学报*, 2007, 39: 249-256
  - 28 周楚, 刘晓明, 张明. 学习困难儿童的元记忆监测与控制特点. *心理学报*, 2004, 36: 65-70

(收稿日期: 2016-03-11)

(上接第 787 页)

- 20 Moll J, Ricardo OS, Fernanda Tovar M, et al. The Moral Affiliations of Disgust: A Functional MRI Study. *Cognitive & Behavioral Neurology Official Journal of the Society for Behavioral & Cognitive Neurology*, 2005, 18(1): 68-78
- 21 Sherman GD, Clore GL. The color of sin: white and black are perceptual symbols of moral purity and pollution. *Psychological Science*, 2009, 20(8): 1019-1025
- 22 Vogel EK, Luck SJ. The visual N1 component as an index of a discrimination process. *Psychophysiology*, 2000, 37(2): 190-203
- 23 Schendan HE, Lucia LC. Visual object cognition precedes but also temporally overlaps mental rotation. *Brain Research*, 2009, 1294: 91-105
- 24 Schendan HE, Marta K. Time course of processes and representations supporting visual object identification and memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2003, 15(1): 111-135
- 25 袁加锦, 李红. 人类对情绪事件效价强度的易感性及神经机制. *心理科学进展*, 2012, 20(1): 10-19

(收稿日期: 2016-04-29)